



MANEJO DE HIGUERILLA (*Ricinus communis L.*) PARA EL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO

ING. LÁZARO PORTILLO MÁRQUEZ
M.C. NELLYBETH RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
DR. ALEJANDRO RODRÍGUEZ ORTEGA
DR. RENÉ GÓMEZ MERCADO
ING. ANALY PÉREZ RAMOS

“Manejo de Higuera (*Ricinus communis* L.) para el Valle del Mezquital, Hidalgo”

El contenido de este libro proviene de las experiencias documentadas en el proyecto “Validación agronómica de diferentes variedades de higuera (*Ricinus communis* L.), en agricultura tradicional” y de revisión científica de libros y artículos.

Las fotos de la portada y del contenido de esta investigación fueron tomadas por el Ing. Lázaro Portillo Márquez.

Servicios editoriales y diseño

Universidad Politécnica de Francisco I. Madero

Primera edición: 2017

ISBN: 978-607-9260-15-6

D.R. © 2017

Impreso en México

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la institución.

Directorio

Ing. Juan de Dios Nochebuena Hernández

Rector Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Tepatepec, Hidalgo

M.C. Sergio Cortez Gamboa

Secretario Académico de la UPFIM

L. C. José Humberto Ángeles Hernández

Secretario Administrativo de la UPFIM

M.C. Alejandro Ventura Maza

Director de la Ingeniería en Agrotecnología de la UPFIM

Agradecimientos

Los autores agradecen a las instituciones de excelencia científica y tecnológica como la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero (UPFIM) y al Instituto Nacional de Investigaciones, Agrícolas y Pecuarias de Hidalgo (INIFAP) por su apoyo financiero y logístico de esta investigación.

De igual manera agradecemos al Ing. Juan de Dios Nochebuena Hernández rector de esta casa de estudios, a los académicos, administrativos y alumnos por el apoyo en la publicación, trabajo de campo y redacción de este libro.

Finalmente hacemos un reconocimiento muy especial a todos los productores del Estado de Hidalgo por el gran interés en este cultivo y por su participación en los talleres y recorridos de campo.

Presentación

La Secretaría de Energía pronostica que para el año 2020 se agotarán los recursos petroleros en México, si no se sigue con la búsqueda, perforación y extracción de nuevos mantos petrolíferos. Lo anterior involucra la reconversión de los campos no productivos para maíz y frijol o parcelas abandonadas por su baja rentabilidad para obtener biomasa a partir de la higuera, bajo condiciones de temporal.

Por tal motivo la UPFIM y el INIFAP investigan y desarrollan los diferentes componentes de la producción como fechas de siembra, densidad de siembra, fertilización, evaluación de variedades por adaptación y rendimiento, etapas fenológicas, cosecha y manejo de pos cosecha, bajo las condiciones agroclimáticas del Valle del Mezquital de Estado de Hidalgo.

El presente libro “Manejo de Higuera (*Ricinus communis*) para el Valle del Mezquital, Hidalgo” constituye un documento elemental de consulta y orientación para investigadores, técnicos, agricultores y demás personas interesadas en el desarrollo del cultivo de Higuera.

Los editores

Prefacio

Este libro surge del trabajo de colaboración de alumnos e investigadores de la Ingeniería en Agrotecnología de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero y del Instituto Nacional de Investigaciones, Agrícolas y Pecuarias de Hidalgo. En este libro se concentra información indispensable para el establecimiento del cultivo de Higuierilla y su aprovechamiento en la actividad agrícola-energética. El objetivo principal es la difusión entre los productores que deseen incursionar en el manejo sustentable de este cultivo como una oportunidad alterna que permita mejorar la calidad de vida de las familias rurales mediante la producción de semilla de higuierilla para la obtención de aceite y sus derivados.

Dr. Alejandro Rodríguez Ortega

Contenido

1	Introducción.....	12
2	Importancia del cultivo.....	13
3	Generalidades de la higuera.....	14
3.1	Características descriptivas.....	14
3.2	Origen.....	14
3.3	Taxonomía	14
4	Habito de crecimiento.....	15
5	Morfología de la planta	16
5.1	Raíz	16
5.2	Tallo.....	17
5.3	Hoja	18
5.4	Inflorescencia.....	19
5.5	Flor	20
5.6	Racimo y fruto	21
5.7	Polinización	22
6	Descripción de Variedades.....	23
6.1	Variedad Guanajuato 05	23
6.2	Variedad Guanajuato Oil.....	24
6.3	Variedad Criolla Tepatepec.....	25
6.4	Variedad Criolla Ixmiquilpan.....	26
6.5	Variedad Criolla Pequeña.....	27
6.6	Cuadro descriptivo de características de variedades de higuera	28
7	Requerimientos del cultivo	28
7.1	Requerimientos climáticos.....	28
7.2	Requerimientos edáficos	29
8	Manejo del Cultivo.	29
8.1	Preparación del terreno	29
8.2	Siembra	31
8.3	Época de siembra	31
8.4	Marco de siembra	32
8.5	Riego	32
8.6	Fertilización.....	33
8.7	Control de malezas.....	34
8.8	Poda	34
9	Insectos asociados.....	36
9.1	Gallina ciega.....	36
9.2	Gusano trozador	37

9.3	Diabrotica.....	38
9.4	Chinche de encaje	39
9.5	Chinche verde.....	40
9.6	Gusano peludo.....	41
9.7	Chapulín	42
9.8	Chicharritas.....	43
9.9	Chinche pata de hoja.....	44
10	Manejo de insectos asociados	44
11	Enfermedades.....	46
11.1	Mancha de la hoja	46
11.2	Fusariosis	47
11.3	Botrytis.....	48
12	Cosecha	49
13	Manejo poscosecha.....	50
14	Rendimiento	50
15	Literatura citada	51

Índice de figuras

Figura 1. Representación gráfica del desarrollo de los racimos en la planta de higuera.....	15
Figura 2. Rápido crecimiento de la raíz central antes de la emergencia de los cotiledones.....	16
Figura 3. Sistema radicular bien desarrollado.....	16
Figura 4. Tallo de la variedad Criolla Tepatepec con entrenudos largos, por exceso de agua.....	17
Figura 5. Tallo de la variedad Guanajuato 05 con entrenudos cortos por falta de agua.....	17
Figura 6. Tallo de la variedad Criolla pequeña con alto grado de serosidad.....	17
Figura 7. Plantas de la variedad Guanajuato 05 con hojas marchitas, como estrategia para no gastar agua.....	18
Figura 8. Hoja de la variedad Criolla Pequeña con nueve lóbulos.....	18
Figura 9. Inflorescencia con flores masculinas en la parte inferior y femeninas en la parte superior.....	19
Figura 10. Inflorescencia con flores femeninas.....	19
Figura 11. Inflorescencia con presencia de flores masculinas.....	20
Figura 12. Inflorescencia con flores femeninas, masculinas y hermafroditas.....	20
Figura 13. Flor masculina con gran contenido de anteras.....	20
Figura 14. Flor femenina con estigmas de color rojizo.....	20
Figura 15. Flor femenina con estigmas de color amarillo.....	20
Figura 16. Racimo con abscisión.....	21
Figura 17. Presencia de racimo dehiscente.....	21
Figura 18. Características morfológicas de variedades de higuera.....	22
Figura 19. Partes de una semilla de higuera.....	22
Figura 20. Insecto polinizador en frutos de higuera.....	22

Figura 21. Genotipo de la variedad GTO. 05.....	23
Figura 22. Genotipo de la variedad GTO. OIL.....	24
Figura 23. Genotipo de la variedad C. TEPATEPEC.....	25
Figura 24. Genotipo de la variedad C. IXMIQUILPAN.....	26
Figura 25. Genotipo de la variedad C. PEQUEÑA.....	27
Figura 26. Imagen representativa del barbecho del suelo.....	29
Figura 27. Imágenes representativas del acondicionamiento del suelo.....	30
Figura 28. Surcado del área de cultivo de higuera.....	30
Figura 29. Planta de higuera emergente del suelo.....	31
Figura 30. Marco de siembra para una densidad poblacional de 6,666 plantas/ha	32
Figura 31. Climograma del municipio de Francisco I. Madero	33
Figura 32. Control de malezas con ayuda de un azadón	34
Figura 33. Poda de saneamiento en la planta de higuera	35
Figura 34. Poda a 50 cm del borde del suelo, después del primer ciclo de producción	35
Figura 35. Larva de gallina ciega.....	36
Figura 36. Gusano trozador.....	37
Figura 37. Planta dañada por gusano trozador.....	37
Figura 38. Adulto de diabrotica.....	38
Figura 39. Diabrotica alimentándose de la hoja de higuera.....	38
Figura 40. Chinche de encaje.....	39
Figura 41. Colonia de ninfas y adultos en el envés de la hoja.....	40
Figura 42. Hoja con aspecto moteado.....	40
Figura 43. Chinche verde en estado adulto.....	40
Figura 44. Chinche verde en estado ninfa.....	40
Figura 45. Adulto y ninfa de chinche verde sobre frutos de higuera.....	41

Figura 46. Larva de gusano peludo alimentándose de la hoja.....	42
Figura 47. Chapulines.....	43
Figura 48. Adulto de chicharrita.....	44
Figura 49. Ninfa y adulto de chinche pata de hoja.....	44
Figura 50. Hoja con manchas foliares.....	46
Figura 51. Planta con marchitamiento escalonado.....	47
Figura 52. Flores y frutos dañadas por moho gris	48
Figura 53. Corte de racimo con un alto porcentaje de frutos secos.....	49
Figura 54. Racimos cubiertos por tela para evitar la pérdida de semillas.....	49
Figura 55. Días después de la siembra en los que ocurre la cosecha.....	50

Índice de cuadros

Cuadro 1.- Descripción de las características generales de cinco variedades de higerilla.....	28
Cuadro 2.- Insectos asociados al cultivo de higerilla, así como insecticida, formulación, dosis y método de aplicación para su control.....	45

1 Introducción

La higuierilla es una planta oleaginosa que pertenece a la familia de las Euphorbiaceas, presenta un crecimiento en forma de arbusto cuyo centro de origen lo reportan para la parte norte y centro del continente Africano, desde donde fue llevada hacia áreas tropicales y subtropicales del continente Americano.

En México tiene gran diversidad en altura de planta, color y tamaño de grano y de planta, con una amplia adaptación, ya que se encuentra distribuida en un 80% del territorio del país, desde el nivel de mar hasta aproximadamente 2,300 msnm y con precipitaciones desde 400 a 3000 mm y un potencial de rendimiento de 600 a 3000 kilogramos por hectárea en función del variedad, su precocidad va de 1 a 3 cortes por año y condiciones de la humedad en el suelo acorde a la precipitación, con un contenido de aceite de 36% a 56% dependiendo de la variedad.

Actualmente el agotamiento de petróleo y la necesidad de mitigar los efectos del cambio climático, son una constante preocupación para la humanidad, por tal motivo los gobiernos de los países a nivel mundial hacen esfuerzos en investigación y desarrollo de tecnología para el uso de energías alternativas a partir de la biomasa de cultivos energéticos como la higuierilla (*Ricinus communis*) y el piñón mexicano (*Jatropha curcas*), en donde se aprovecha el aceite extraído de la semilla como materia prima para producir biodiesel mediante un reacción química de transesterificación, la cual consiste en hacer reaccionar el aceite crudo con hidróxido de sodio y metanol mediante calor térmico para producir glicerol y biodiesel, el cual se verifican los parámetros de calidad para su uso en motores diesel. Los combustibles de origen biológico pueden sustituir parte del consumo de los combustibles fósiles, como el petróleo o el carbón. Los biocombustibles más usados y desarrollados son el bioetanol, el biodiesel y el biogás.

2 Importancia del cultivo

La higuera es una oleaginosa cuyo aceite se utiliza en diversas ramas de la industria tales como: Fertilizantes, cuidado personal, automotriz, farmacéutica, plásticos y pinturas y cerca de 200 productos más, elaborados a base de esta planta (Quiminet, 2017). El tallo se utiliza para la fabricación de papel. De las semillas se extrae el aceite de ricino o de castor que posee propiedades medicinales, se utiliza como lubricante técnico, empleado en la manufactura de jabones y tinturas, por lo que se considera un cultivo económicamente redituable. Además, existen formas de uso ornamentales, frecuentemente teñidas de rojo oscuro, ampliamente cultivadas (Conabio, 2016).

Otros usos del aceite de higuera sulfonado es en la impresión y acabado de tejidos de algodón, lino, seda y en curtiembres. Deshidratado sirve de base para la preparación de líquidos para frenos y pinturas, y por convertirse en aceite secante reemplaza con amplia ventaja a los aceites de tung y de linaza que se importan actualmente. Disuelto en alcohol, se utiliza en la manufactura de la mayoría de lociones y perfumes como base o agente fijador de esencias. La fusión a altas temperaturas con la sosa cáustica produce el ácido sebástico, el cual, se emplea en la fabricación de plásticos y nylon. En la industria de caucho, se utiliza para baldosines de asfalto, betunes, ceras. Sirve para fabricar cuero artificial, como ingrediente en el encurtido de pieles, para impermeabilizar telas, para producir aceites secantes, como aislante. Se emplea en otros productos industriales tales como: Crayones, empaques, esmaltes, emulsión para pinturas, fertilizante, espumas, estensiles para duplicación, fluido para amortiguadores, fluido hidráulico, fungicidas, germicidas, grasas, hule, insecticidas, lacas, materiales de revestimiento, masilla para vidrios, papel carbón, papel matamoscas, pasta para empaquetaduras, poliésteres, productos farmacéuticos, pulidores, revestimiento para papel, tintas de impresión, velas. (Ecured, 2016)

3 Generalidades de la higuera

3.1 Características descriptivas

Nombre común: Higuera

Nombre científico: *Ricinus communis* L.

Distribución geográfica: 45° LN a 45° LS

Adaptación: áreas tropicales y subtropicales semiáridas con baja precipitación pluvial.

Ciclo de madurez: 120 a 210 días

Tipo fotosintético: C₃ (RUIZ CORRAL, 2013)

3.2 Origen

El centro de origen de esta especie es atribuido a la antigua Abisinia, hoy en día conocida como Etiopía en África y con sitios secundarios de diversidad en Asia (Irán y Afganistán). (Cabral, 2014)

De acuerdo con (Avila, 2011), la Higuera es una especie procedente de África tropical y de la India, aunque se cree que pudo haber sido nativa del Medio Oriente.

3.3 Taxonomía

Reino: Plantae

Subreino: Traqueobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Malpighiales

Familia: Euphorbiaceae

Subfamilia: Acalyphoideae

Género: *Ricinus*

Especie: *communis*

4 Habito de crecimiento

El desarrollo general de la planta depende de la variedad y de las condiciones ambientales bajo las cuales fue cultivada, sin embargo, en la higuera se han identificado fases de crecimiento correlacionadas con el orden en que la planta emite las distintas inflorescencias durante su ciclo, por lo que se distinguen: racimos de orden primario, secundario y terciario, entre otros (Beltráo, 2012).

El tallo principal crece verticalmente, sin ramificaciones, hasta la emisión de la primera inflorescencia tipo racimo, por debajo de la cual se genera una ramificación, en la que las ramas laterales se desarrollan a partir de las yemas axilares, ubicadas inmediatamente en la parte inferior de la inflorescencia principal. Todas las ramificaciones de segundo, tercer y cuarto orden, presentan crecimiento determinado, finalizando siempre en una flor, lo que genera varios estratos de flor – fruto, conocidos como órdenes de racimos (Figura1) (Cabrales, 2014).

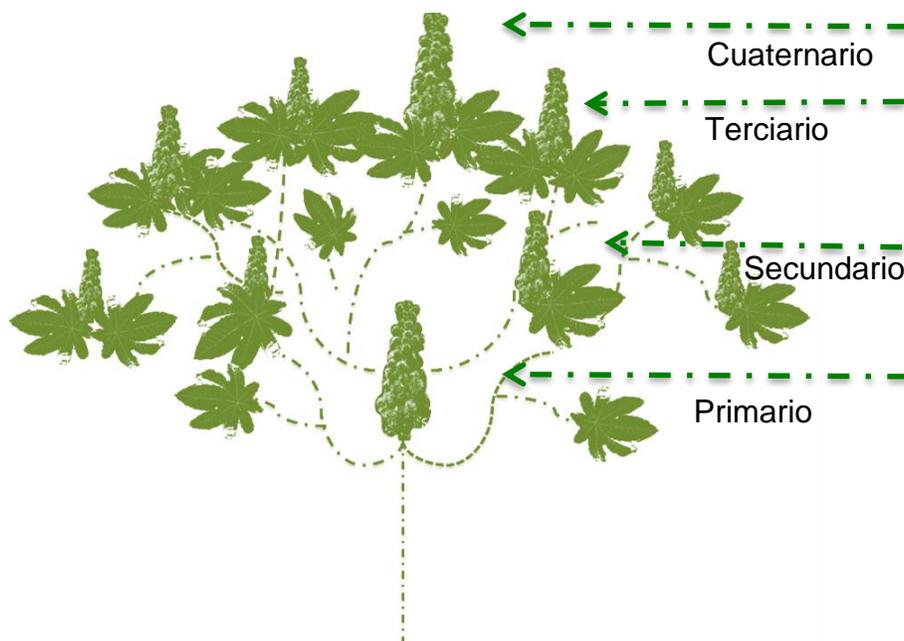


Figura 1. Representación gráfica del desarrollo de los racimos en la planta de higuera.

5 Morfología de la planta

5.1 Raíz

Las raíces de la higuera son muy desarrolladas, el crecimiento de la raíz central puede llegar a medir más de un metro de profundidad (Figura 2), gracias a ella la planta puede resistir a la sequía (Severino, 2011). Generalmente se encuentran solo raíces gruesas que son las más importantes para la absorción de agua. Las raíces laterales son capaces de explorar grandes áreas a su alrededor, pueden llegar a distancias superiores a los 2 m del tallo de la planta (Figura 3), estas tienen tendencia a mantenerse próximas a la superficie del suelo donde cuentan con mayor aireación. La cantidad de materia orgánica disponible en el suelo es muy importante ya que esta aumenta la porosidad del suelo y facilita la infiltración del oxígeno para las capas más profundas. En condiciones de suelo compactado las raíces no desarrollan adecuadamente y la planta puede sufrir acame. Es necesario tener cuidado de no dañar las raíces superficiales cuando se realiza control de malezas, ya que cualquier daño a la raíz la planta lo resiente. La planta de higuera no tolera los encharcamientos ya que se disminuye la concentración de oxígeno, con más de dos días se presentan síntomas foliares como el marchitamiento de hojas.



Figura 2. Rápido crecimiento de la raíz central antes de la emergencia de los cotiledones.



Figura 3. Sistema radicular bien desarrollado.

5.2 Tallo

El tallo de la higuera generalmente es hueco cuando la planta es joven, pero tiende a ser leñoso a medida que la planta madura. El largo de los entrenudos es un indicador de las condiciones ambientales que hubo durante el crecimiento de la planta. Según (Severino, 2011) normalmente los entrenudos son largos, cuando se dispone en cantidades suficientes de agua y nutrientes (Figura 4), en períodos secos el crecimiento es lento y los entrenudos cortos (Figura 5).

El tallo de la higuera puede tener colores diferentes y puede estar cubierto de cera (Figura 6) o no, estas características son importantes para la identificación de cada variedad.



Figura 4. Tallo de la variedad Criolla Tepatepec con entrenudos largos, por exceso de agua.



Figura 5. Tallo de la variedad Guanajuato 05 con entrenudos cortos por falta de agua.



Figura 6. Tallo de la variedad Criolla pequeña con alto grado de serosidad.

5.3 Hoja

La higuera generalmente posee hojas grandes, pero no muy numerosas. Las hojas son fundamentales para que la planta tenga resistencia a la sequía y sea eficiente en el uso del agua disponible (Severino, 2011). La tendencia de las hojas es en posición horizontal, para que puedan captar la luz solar con mayor eficiencia, sin embargo cuando el suelo está seco o cuando la incidencia solar es mayor, estas pueden marchitarse y tomar una posición vertical, lo cual, la planta lo usa como estrategia para no gastar agua (Figura 7). El pecíolo de la hoja tiene la capacidad de flexionarse durante el día para posicionar la hoja frente al sol y aprovechar mejor la radiación. Normalmente el número de hojas y de área foliar se incrementa hasta la mitad de ciclo y después tiende a disminuir cuando los racimos inician el llenado.

Las hojas de higuera pueden tener diferentes formas y colores dependiendo de la variedad, el número de lóbulos por hoja va desde siete a doce, siendo este último el que se presenta con menor frecuencia. Las hojas que más abundan son aquellas que tienen entre nueve y diez lóbulos (Figura 8) y están en las primeras ramificaciones. (Goytia Jimenez, 2015)



Figura 7. Plantas de la variedad Guanajuato 05 con hojas marchitas, como estrategia para no gastar agua.



Figura 8. Hoja de la variedad Criolla Pequeña con nueve lóbulos.

5.4 Inflorescencia

La higuera cuenta con inflorescencias, las cuales presentan diferentes tipos de expresión sexual. Se agrupan en racimos donde comúnmente las inflorescencias femeninas se encuentran en la parte superior y las masculinas en la parte inferior (Figura 9). Aunque también se pueden encontrar racimos formados con flores de un solo sexo, pueden ser solo femeninas (Figura 10) o solo masculinas (Figura 11). Algo poco común es encontrar racimos formados con tres tipos de flores, femeninas, masculinas y hermafroditas (Figura 12). Para el momento en que la inflorescencia es formada, la cantidad de flores masculinas y femeninas ya están determinadas y no pueden ser modificadas por factores externos.



Figura 9. Inflorescencia con flores masculinas en la parte inferior y femeninas en la parte superior.



Figura 10. Inflorescencia con flores femeninas.



Figura 11. Inflorescencia con presencia de flores masculinas.



Figura 12. Inflorescencia con flores femeninas, masculinas y hermafroditas.

5.5 Flor

Las flores masculinas poseen gran cantidad de anteras, las cuales guardan gran contenido de polen (Figura 13). Las flores femeninas poseen estructuras conocidas como estigmas, estas son, por lo general de color rojizo (Figura 14), aunque existen variedades que pueden tener color diferente como la Criolla pequeña, que cuenta con estigmas de color amarillo (Figura 15).



Figura 13. Flor masculina con gran contenido de anteras.



Figura 14. Flor femenina con estigmas de color rojizo.



Figura 15. Flor femenina con estigmas de color amarillo.

5.6 Racimo y fruto

Diversas características entre racimos y frutos son las que pueden diferenciar las variedades: color, presencia de cera, longitud de acúleos, forma, densidad de frutos y abscisión (Figura 16) o dehiscencia (Figura 17). En general, ninguna de esas características está asociada con la disminución o el aumento de producción de aceite, sin embargo, si pueden tener alguna influencia sobre la resistencia a plagas y enfermedades.



Figura 16. Racimo con abscisión.



Figura 17. Presencia de racimo dehiscente.

El fruto generalmente posee tres semillas, siendo esta una de las principales características de la familia Euforbiáceas, a la cual pertenece la higuerilla. El fruto posee una capa externa, en la cual se forman los acúleos. Las semillas pueden tener forma oval, esférica o alargadas, estas son características de cada variedad (Figura 18) y están cubiertas por una testa dura, la cual, protege el albumen: blanco, compacto y rico en aceite. Adherido al embrión y en la parte externa se encuentra la carúncula (Figura 19), es una estructura rica en lípidos, proteínas, almidones y vitaminas, atrayente de hormigas, quienes favorecen la dispersión por varios metros de la planta madre. De igual forma, se le atribuye un papel importante para la germinación en condiciones de baja disponibilidad de agua en el suelo.



Figura 18. Características morfológicas de variedades de higuera.

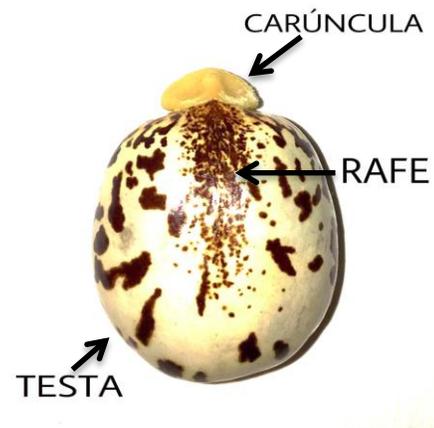


Figura 19. Partes de una semilla de higuera.

5.7 Polinización

La higuera es una planta alógama, es decir, que tiene tendencia al cruzamiento entre plantas, por lo cual, su flor femenina puede ser fecundada por el polen de otra planta. La polinización es realizada principalmente por el viento, quien puede diseminarlo hasta una distancia de 2 km (Severino, 2011). Así mismo, los insectos son un factor clave para una buena polinización, un ejemplo claro son las abejas (*Apis mellifera*), estas transportan el polen recolectado en las anteras hasta los estigmas (Figura 20).



Figura 20. Insecto polinizador en frutos de higuera.

6 Descripción de Variedades

6.1 Variedad Guanajuato 05

La variedad Guanajuato 05 (GTO. 05) proviene del estado de Guanajuato, donde se cultiva a una altitud de 1650 msnm, temperatura media anual de 18 °C y con precipitación anual de 600 mm. Esta variedad fue introducida al Estado de Hidalgo por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Descripción botánica: Son plantas arbustivas, con una altura promedio de 2.21 m., presenta tallo verdoso sin grado de serosidad. Cuenta con hojas grandes de 65 cm en promedio, en tonalidades de color verde oscuro, con borde biserrado, las nervaduras son color crema, muestra un pecíolo largo color verde opaco. Las flores femeninas son de color rosa rojizo y las masculinas de color amarillo con brácteas color verde oscuro. Los racimos son medianos de color verde en forma circular, con agrupación no compacta, cuenta con pedúnculo, son dehiscentes sin abscisión, con acúleos de 7 mm con alta densidad (Figura 21).



Figura 21. Genotipo de la variedad GTO. 05

6.2 Variedad Guanajuato Oil

Descripción: La variedad Guanajuato OIL (GTO. OIL), fue obtenida del estado de Guanajuato, donde es cultivada a una altitud de 1650 msnm, su temperatura media anual corresponde a 18 °C en promedio, y registra una precipitación anual de 600 mm, esta variedad fue obtenida del Estado de Hidalgo por investigadores del INIFAP.

Descripción botánica: Son plantas arbustivas, con altura promedio de 2.08 m, con tallo café rojizo, el cual, no presenta algún grado de serosidad. Cuenta con hojas medianas de 42 cm en promedio, de color verde oscuro con tonalidades purpuras, con borde biserrado, las nervaduras son de color rosa rojizo, presenta un pecíolo largo color café rojizo. Las flores femeninas se presentan en tonalidades de color rojo y las masculinas de color amarillo, con brácteas color café. Los racimos son medianos de color verde en forma elíptica con agrupación no compacta, cuenta con pedúnculo, son dehiscentes sin abscisión, con acúleos de 8.80 mm con alta densidad (Figura 22).

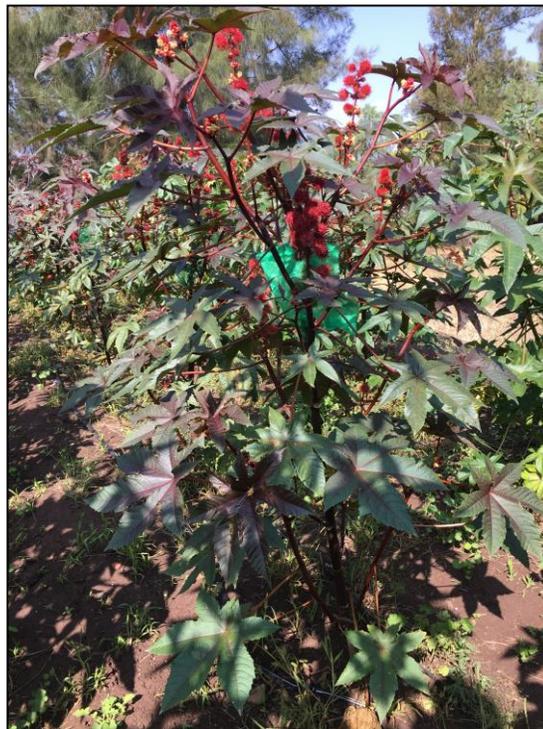


Figura 22. Genotipo de la variedad GTO. OIL

6.3 Variedad Criolla Tepatepec

Descripción: La variedad TEPATEPEC, fue recolectada en las inmediaciones de la comunidad de San Juan Tapa, Municipio de Francisco I. Madero, en el estado de Hidalgo, a una altitud de 2080 msnm, donde se registra una precipitación media de 540 mm y una temperatura media anual de 17 °C.

Descripción botánica: Son plantas arbustivas con altura promedio de 2.82 m, con tallo rojizo, el cual, no presenta algún grado de serosidad. Cuenta con hojas grandes de 58 cm en promedio, color verde oscuro, con borde biserrado, las nervaduras son de color rosa, exhibe un peciolo largo color rojo. Las flores femeninas son rosa rojizo y las masculinas son de color amarillo, presenta brácteas de color crema. Los racimos son grandes de color rojo en forma cilíndrica con una agrupación semicompacta, cuenta con pedúnculo, son dehiscentes sin abscisión, con acúleos de 9.50 mm con una alta densidad (Figura 23).



Figura 23. Genotipo de la variedad C. TEPATEPEC

6.4 Variedad Criolla Ixmiquilpan

Descripción: La variedad IXMIQUILPAN, Municipio de Ixmiquilpan en el estado de Hidalgo, a una altitud de 1700 msnm, donde se registra una precipitación media de 395 mm y una temperatura media anual de 18.5 °C.

Descripción botánica: Son plantas arbustivas con una altura promedio de 2.19 m, tallo café, el cual no presenta algún grado de serosidad. Cuenta con hojas pequeñas de 35 cm en promedio, de color verde oscuro brillante, con borde biserrado, las nervaduras son de color vino, presenta un peciolo largo de color café rojizo. Las flores femeninas son de color rojo y las masculinas son de color amarillo, con brácteas de color rojo. Los racimos son medianos de color rojo, en forma cilíndrica con agrupación semicompacta, cuenta con pedúnculo, son dehiscentes sin abscisión, con acúleos de 9.70 mm con una alta densidad (Figura 24).



Figura 24. Genotipo de la variedad C. IXMIQUILPAN

6.5 Variedad Criolla Pequeña

Descripción: La variedad PEQUEÑA, fue recolectada en las inmediaciones de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero (UPFIM), en el Municipio de Francisco I. Madero, en el estado de Hidalgo, a una altitud de 2005 msnm, donde se registra una precipitación media de 540 mm y una temperatura media anual de 17 °C.

Descripción botánica: Son plantas arbustivas con una altura promedio de 2.04 m, con tallo verde claro, el cual, presenta alto grado de serosidad. Cuenta con hojas medianas de 48 cm en promedio, de color verde claro, con borde biserrado, las nervaduras son de color amarillo, presenta un peciolo largo de color verde claro con cera. Las flores femeninas y las masculinas son de color amarillo, con brácteas de color verde. Los racimos son grandes de color verde, en forma cilíndrica, con una agrupación semicompacta, cuenta con pedúnculo, son dehiscentes sin abscisión, con acúleos de 4.25 mm con una alta densidad (Figura 25).



Figura 25. Genotipo de la variedad C. PEQUEÑA

6.6 Cuadro descriptivo de características de variedades de higuera

El Cuadro 1, muestra la concentración de las características principales de la planta, tallo hoja, flor, racimo, fruto y semilla de las diferentes variedades evaluadas en la zona de estudio.

Cuadro 1.- Descripción de las características generales de cinco variedades de higuera.

CARACTERÍSTICA	GTO. 05	GTO. OIL	C. TEPATEPEC	C. IXMIQUILPAN	C. PEQUEÑA
Planta: Ciclo de vida (Días)	190 – 210	130 - 150	200 - 220	130 - 150	180 - 200
Planta: Altura (m)	2.21	2.08	2.82	2.19	2.04
Tallo: Diámetro (mm)	43.10	31.46	43.35	30.02	36.79
Tallo: Color	Verdoso	Café rojizo	Rojizo	Café	Verde claro
Tallo: Cera en el tallo	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	presente
Hoja: Tamaño (cm)	65	42	58	35	48
Hoja: Color	Verde oscuro	Verde oscuro con púrpura	Verde oscuro	Verde oscuro brillante	Verde claro
Hoja: Color de las nervaduras centrales (haz)	Crema	Rosa rojizo	Rosa	Vino	Amarillo
Flor femenina: Color de estigmas	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Amarillo
Flor masculina: Color	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo
Racimo: Pedúnculo	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Racimo: Forma	Circular	Elíptico	Cilíndrico	Cilíndrico	Cilíndrico
Racimo: Color	Verde	Rojo	Rojo	Rojo	Verde
Racimo: Densidad de frutos	No compacta	Semicompacta	Compacta	Semicompacta	Semicompacta
Fruto: Acúleos	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Fruto: Longitud de acúleos (mm)	7	8.8	9.5	9.7	4.2
Fruto: Abscisión	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Fruto: Dehiscencia	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Semilla: Anchura (cm)	1.56	0.83	1.03	0.93	0.56
Semilla: Longitud (cm)	2.05	1.29	1.71	1.39	0.91
Semilla: Aspecto	Brillante	Brillante	Brillante	Brillante	Brillante
Semilla: Numero de colores	Dos	Dos	Dos	Dos	Dos
Semilla: Carúncula	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente

7 Requerimientos del cultivo

7.1 Requerimientos climáticos

Altitud: 0 - 1800 msnm

Fotoperiodo: Es una especie de día neutro y día largo

Radiación: Le favorecen los días soleados

Rango de Temperatura: 15 – 35 °C, con un óptimo de 23 °C

Precipitación: Requiere un mínimo estimado de 400 a 800 mm anuales, con un óptimo de 600 mm.

Humedad: Próspera en atmósferas de humedad relativa baja.

7.2 Requerimientos edáficos

Las características del suelo fueron determinadas en el laboratorio de análisis obteniendo: pH 7.7, Clasificación de materia orgánica: media., textura: Franco arenoso

Algunas características edáficas complementarias son:

Profundidad de suelo: 40 cm de suelo son suficientes.

Drenaje: Es necesario un buen drenaje.

pH: Próspera en un rango de 5.0 a 8.0 con un óptimo de 6.5.

Salinidad: Es una especie ligeramente tolerante a la salinidad.

8 Manejo del Cultivo.

8.1 Preparación del terreno

Con la preparación del terreno se busca crear condiciones óptimas que favorezca el desarrollo del cultivo, para esto, sería ideal un suelo con textura fina, con lo cual, se obtiene una germinación más uniforme y un buen desarrollo radicular de la planta. El sistema de labranza convencional se basa en tres actividades principales; barbecho, rastreo y surcado. Estas actividades dependen de las condiciones del terreno, en ocasiones es necesario realizar subsolo y nivelación (Ver Figura 26).

Barbecho: Esta labor se realiza después de haber retirado los restos del cultivo anterior, se recomienda a una profundidad de 30 cm, lo cual, genera beneficios tales como: mayor oxigenación, incorporación de materia orgánica al suelo, mayor captación de agua de lluvia y exposición a los rayos solares de insectos en estado inmaduro y patógenos.



Figura 26: Imagen representativa del barbecho del suelo.

Rastro: Esta labor se realiza después del barbecho con el objetivo de homogeneizar el suelo, pulverizar residuos orgánicos o terrones que se hayan formado durante el barbecho. El número de repeticiones de rastra depende de las condiciones del suelo (Figura 27)



Figura 27. Imágenes representativas del acondicionamiento del suelo.

Surcado: Esta actividad se realiza con el objetivo de conformar el área de plantación, se realiza a una distancia de 1.5 m entre surco y surco (Figura 28).



Figura 28. Surcado del área de cultivo de higuera.

8.2 Siembra

Para la siembra se recomienda tener un suelo húmedo, ya sea por efecto de la precipitación o por riego ligero. La semilla es colocada manualmente a una profundidad de 5 a 7 cm, el período de germinación va a depender de la temperatura y de la humedad. Con una temperatura menor a 20 °C, la emergencia puede durar de 15 a 20 días, mientras que a una temperatura mayor a 30 °C, las plántulas emergen de 6 a 8 días (Figura 29).

Se establecieron cinco variedades, dos híbridas (GTO. 05, GTO OIL) pertenecientes al INIFAP y tres criollas (Criolla Ixmiquilpan, Criolla Tepatepec y Criolla Pequeña) recolectadas en los municipios de Ixmiquilpan y Francisco I. Madero, pertenecientes al estado de Hidalgo. Se instaló un sistema de riego por goteo para propiciar uniformidad en la humedad y lograr una emergencia rápida. La siembra se realizó el 30 de mayo del 2016 y la primera planta emergida se registró once días después de la siembra (DDS), mientras que la última se registró dieciocho DDS.



Figura 29. Planta de higuerrilla emergente del suelo.

8.3 Época de siembra

Es recomendable sembrar en el ciclo primavera - verano, entre los meses de mayo y junio para aprovechar las condiciones de temporal, para la region, se registran precipitaciones promedio de 450 mm o más durante el ciclo. En el Valle del Mezquital y la Vega de Metztlán bajo condiciones de riego se sugiere la siembra del 1 de abril al 15 de mayo (Réne Gómez M, 2014)

8.4 Marco de siembra

La determinación del marco de siembra en el cultivo de higuera, es el factor que más influye sobre la calidad y rendimiento de la semilla. En la zona se realizó la siembra en un marco de plantación de 1 m x 1.5 m entre surcos y plantas, respectivamente, con una densidad de población de 6,666 plantas ha⁻¹ (Figura 30).

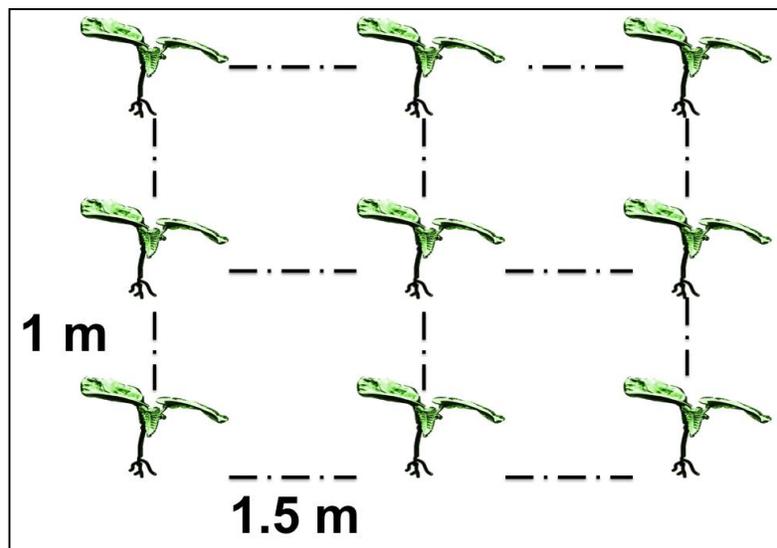


Figura 30. Marco de siembra para una densidad poblacional de 6,666 plantas/ha.

8.5 Riego

Para establecer el régimen de riego se consideró el diagrama ombrotérmico (Figura 31) el cual, muestra la presencia de 196 días en el año como época húmeda y en contraste con 169 días de estiaje. Sin embargo, la cantidad de agua precipitada no abastece la lámina de agua que requiere el cultivo, lo cual, hace necesario el uso de un método complementario de riego, para tal efecto, se instaló un sistema de riego por goteo, el

cual fungió como suministro complementario de la lámina de agua necesaria para complementar la capacidad de campo del suelo.

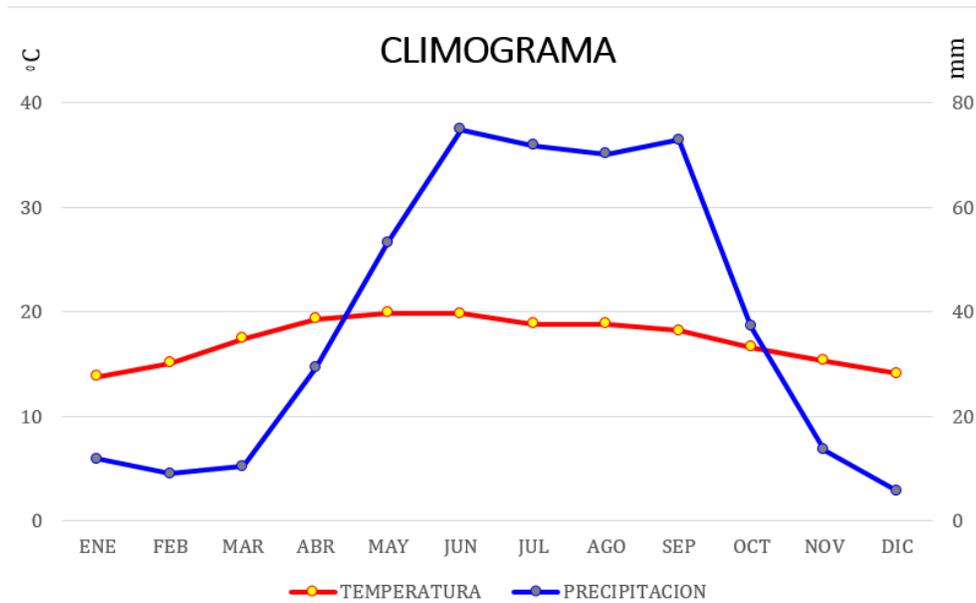


Figura 31. Climograma del municipio de Francisco I. Madero.

8.6 Fertilización

Para una adecuada nutrición en la planta, la fertilización debe responder al análisis nutricional del suelo y de las etapas fenológicas que la planta más lo demanda, en el caso de la higuera la mayor cantidad de nutrientes es en la primera fase de crecimiento, es decir, hasta el inicio de la floración.

Para la región de Francisco I Madero, se aplicó fertilización con lombricomposta sólida y colocada directo al suelo y solución de guano (Guanofol®) aplicado vía foliar. La lombricomposta según (Delgado, 2012), como fertilizante es altamente efectivo por su gran contenido de los tres elementos principales para el crecimiento de las plantas N, P, K.

Las dosis de N, P, K recomendadas según (Cabrales, 2014), en el cultivo de higuera son: al momento de la siembra 50 a 70 kg/ ha de fósforo y de 30 a 50 kg/ha de nitrógeno y potasio. A los 25 días después de la emergencia 50 kg/ha de nitrógeno y a los 50 días después se repite la dosis.

En caso de un excedente de nitrógeno provoca en la planta un alargamiento de tallo, ramas y entrenudos. De igual manera en la etapa de floración disminuye la cantidad de flores y frutos.

8.7 Control de malezas

La presencia de arvenses en el cultivo representa competencia directa por recursos limitados como lo son: agua, nutrientes y luz, además de que estas son hospederas de insectos perjudiciales y patógenos, por lo cual, se recomienda tener un cultivo libre de arvenses durante los 45 DDS ya que es cuando la planta es pequeña y su crecimiento es lento, donde existe mayor competencia por los recursos antes mencionados. Se realizó un control cultural con ayuda de herramientas manuales convencionales (Figura 32). Como actividad complementaria se deja la maleza en la canaleta del surco para minimizar la pérdida de agua por evaporación.



Figura 32. Control de malezas con ayuda de un azadón.

8.8 Poda

Poda de saneamiento: Las hojas que presentan daños importantes, sea por ataque de insectos o por alguna enfermedad son removidas de manera manual o con la ayuda de

tijeras, esto con el fin de evitar la propagación si se trata de alguna enfermedad o para beneficiar la aireación dentro del cultivo y evitar algún microambiente que sea aprovechado por hongos (Figura 33).



Figura 33. Poda de saneamiento en la planta de higuera.

Poda de revigorización: La higuera después de varios ciclos pierde su capacidad reproductiva, presenta reducción de crecimiento vegetativo, por lo cual, se recomienda una poda después del primer ciclo de producción. Se realiza un corte longitudinal a una distancia de 30 a 50 cm con respecto al suelo (Figura 34), cuidando que el corte sea posterior y al ras del último nudo, esto permitirá a la planta reiniciar su crecimiento vegetativo, dicha práctica permitirá el incremento en el rendimiento con respecto al primer ciclo.



Figura 34. Poda a 50 cm del borde del suelo, después del primer ciclo de producción.

9 Insectos asociados

En el Valle del Mezquital la higuera no es considerada de importancia económica debido a que no es un cultivo, por lo cual, no se tiene reporte de plagas, sin embargo, existen insectos asociados con el cultivo, entre los que destacan:

9.1 Gallina ciega

Descripción: La gallina ciega (*Phyllophaga spp.*) (Coleoptera: Scarabaeidae), son larvas bien desarrolladas de tipo escarabiforme con tendencia a enrollarse, de color blanco sucio, cabeza café, patas prominentes con extremo del abdomen de color negro y llegan a medir de 5 a 7 cm de largo. Los huevecillos son esféricos, blancos aperlados.

Habito: Las hembras depositan los huevecillos en el suelo y pueden durar en estado larval de uno a tres años. La pupación se realiza en una celdilla, donde permanece el adulto hasta que se presentan condiciones favorables (Castaños, 1996).

Daño: Las larvas se encuentran principalmente en la zona radicular entre 10 a 30 cm de profundidad (Figura 35). Estas larvas se alimentan de la raíz, por lo cual, la planta no logra un buen desarrollo, no existe un anclaje adecuado y por consecuencia no hay buena absorción de nutrientes.



Figura 35. Larva de gallina ciega.

9.2 Gusano trozador

Descripción: El adulto del gusano trozador (*Agrostis ipsilon*) (Lepidoptera: Noctuidae) es una palomilla de tamaño mediano y colores oscuros. Las hembras depositan los huevecillos en el suelo, de donde emergen gusanos de diversas tonalidades, predominando el gris pálido o gris negruzco. Tienen la piel lisa sin vellosidades o tubérculos y suelen enroscarse cuando se les molesta, llegan a medir de 40 a 50 mm de largo (Figura 36) (Castaños, 1996).

Habito: Las larvas se encuentran en la base de las plantas, consume el tejido vegetal del tallo a nivel del cuello, la mayoría de los gusanos cortadores entran actúan durante la noche y su ataque se reconoce por la presencia de plantas dobladas o cortadas, sobre la superficie del suelo (Figura 37).

Daño: Cada larva puede consumir más de 400 centímetros cuadrados de follaje durante su desarrollo. Se alimentan por encima del suelo hasta aproximadamente el cuarto instar. El mayor daño se presenta en plantas jóvenes y a nivel de suelo.



Figura 36. Gusano trozador.



Figura 37. Planta dañada por gusano trozador.

9.3 Diabrotica

Descripción: La Diabrotica (*Diabrotica balteata*) (Coleoptera: Chrysomelidae) es un insecto cuya etapa adulta son pequeños escarabajos de 4 a 6 mm de largo de color verde claro, los élitros tienen dos bandas transversales y cuatro manchas irregulares de color amarillo brillante, la cabeza y antenas destacan por su coloración rojiza. Los tarsos y las tibiae son de color oscuro; los fémures presentan color verde y el metasterno negro. La superficie ventral del cuerpo, patas, antenas y demás apéndices poseen numerosos pelos cortos (Figura 38). Estos insectos pueden estar presentes desde las primeras etapas de desarrollo del cultivo (Castaños, 1996).

Habito: Las hembras depositan los huevecillos en el suelo cerca de la base de las raíces. Las larvas minan las raíces y se alimentan dentro de ellas, mientras que los adultos se alimentan de las hojas.

Daño: Los adultos se alimentan del follaje dejando huecos, lo cual reduce la tasa fotosintética en la planta (Figura 39).



Figura 38. Adulto de diabrotica.



Figura 39. Diabrotica alimentándose de la hoja de higuera.

9.4 Chinche de encaje

Descripción: Chinche de encaje (*Corythuca gossypii*) (Hemiptera: Tingidae), insectos pequeños de 3 mm de largo, rectangulares y con apariencia completamente achatada. Sus alas son planas, la parte superior de las alas frontales, cabeza y tórax son membranosas, compuestas de muchas arrugas o lomos levantados, lo que le da una apariencia de encaje, de color crema con manchas negras o marrón (Figura 40) (Ecured, 2016).

Habito: Forman sus colonias en el envés de las hojas donde se alimentan de la savia (Figura 41).

Daño: Las hojas dañadas se decoloran y adquieren un aspecto moteado, este insecto se presenta generalmente cuando inicia la floración del cultivo (Figura 43).



Figura 40. Chinche de encaje.



Figura 41. Colonia de ninfas y adultos en el envés de la hoja.



Figura 42. Hoja con aspecto moteado.

9.5 Chinche verde

Descripción: La Chinche verde (*Nezara viridula*) (Hemiptera: Pentatominae), es un insecto picador chupador. En su etapa adulta tienen forma de escudo de color verde, son poderosos insectos voladores (Figura 43). Cuando se les molesta producen un olor penetrante. Los huevecillos tienen forma de tambor y se depositan en racimos sobre el follaje. Las ninfas adquieren forma casi redonda y a medida que se desarrollan se forman las alas y adquiere la coloración del adulto (Figura 44) (Castaños, 1996).



Figura 43. Chinche verde en estado adulto.



Figura 44. Chinche verde en estado ninfa.

Daño: Los adultos y ninfas extraen la savia de los tejidos jóvenes y frutos en desarrollo, inyectan sustancias tóxicas que originan necrosis, pudrición y marchitez. Daña las cápsulas y su unión con la planta, lo cual provoca la caída y el avanamiento de las mismas (Figura 45).



Figura 45. Adulto y ninfa de chinche verde sobre frutos de higuera.

9.6 Gusano peludo

Descripción: El gusano peludo (*Estigmene acrea*) (Lepidoptera: Noctuidae), son larvas presentan de 5 a 7 instares larvarios, recién eclosionada mide cerca de 2 mm de largo, es de color marrón y tiene numerosos pelos sobre toda la longitud del cuerpo. Durante esta etapa y el instar subsecuente, las larvas se alimentan en forma gregaria sobre el envés de las hojas, usualmente caen para alimentarse completamente a través de la hoja. La larva alcanza una longitud de alrededor de 10 mm durante el primer instar. El segundo instar muestra bandas longitudinales, generalmente de color café, amarillentas y blancas y los pelos del cuerpo se tornan más oscuros. La larva alcanza una longitud de 15 mm. Durante el tercer instar, la larva comienza a tornarse oscura, aunque no hay un patrón constante de coloración. La larva alcanza una longitud de 30 mm. En el cuarto y quinto instar la larva conserva el mismo aspecto general que tenía en los primeros instares, pero

crece hasta alrededor de 45 a 55 mm de largo, respectivamente. Son generalmente oscuras, pero en ocasiones presentan color café amarillento o color paja (Sagarpa, 2010).

Daño: se alimentan de la epidermis de la hoja, dejando huecos o la hoja transparente (Figura 46).



Figura 46. Larva de gusano peludo alimentándose de la hoja.

9.7 Chapulín

Descripción: El chapulín (*Sphenarium purpurascens*) (Orthoptera: Pyrgomorphidae), en estado ninfal pasa por cinco estadios, es de cuerpo fusiforme. En el estadio ninfal uno, mide de 5 a 7 mm, es de color pardo pálido con manchas pardo oscuro, negro o ambos, distribuidas uniformemente en todo el cuerpo. El estadio ninfal dos, tiene la cabeza más alargada, miden de 5 a 11 mm, la coloración parda pálida se torna más oscura y las manchas del cuerpo se vuelven más notorias. El estado ninfal tres, mide de 8.8 a 11.2 mm, las manchas oscuras de la cabeza y cuerpo toman forma irregular y varían de tamaño, no posee un patrón de coloración definido, presenta tonalidades de color verde, amarillo, gris, pardo o negro. El estadio ninfal cuatro, tiene el cuerpo más ensanchado en la parte media, mide de 14 a 18 mm, presenta un aspecto robusto y su coloración es más definida, la forma y color de las manchas varía mucho de un individuo a otro, las antenas presentan 14 artejos, los paquetes tienen forma de almohadillas más finas y de color

pardo oscuro. El estado ninfal cinco mide de 18.8 a 21.2 mm, la coloración general varía, las antenas se vuelven largas y delgadas con el mismo número de artejos, los paquetes alares se ven alargados y más aparentes. El estado adulto es de cuerpo robusto, aguzado hacia los extremos anterior y posterior, sin alas o éstas son vestigiales. La coloración es variable y va de pardo oscuro a verde olivo brillante con manchas negras en todo el cuerpo (Figura 47) (Castaños, 1996).



Figura 47. Chapulines.

9.8 Chicharritas

Descripción: Los adultos de las Chicharritas (*Empoasca spp.*) (Homoptera: Cicadellidae) son de color verde claro a amarillo, miden unos 3 mm, las hembras depositan los huevecillos en los pecíolos, venas de las hojas y tallos. Las ninfas son de colores más claros y duran en este estado hasta dos meses (Figura 48). Se presentan de dos a tres generaciones al año (Castaños, 1996).

Daños: los adultos y las ninfas se alimentan de la savia en el envés de las hojas, yemas y pecíolos, inyectando sustancias tóxicas que ocasionan achaparramiento de la planta y distorsión de las hojas.



Figura 48. Adulto de chicharrita.

9.9 Chinche pata de hoja

Las chinches pata de hoja (*Acanthocephala terminalis*) (Hemiptera: Coreidae), son insectos que en ocasiones causa lesiones a la planta pero no se considera una plaga.



Figura 49. Ninfa y adulto de chinche pata de hoja.

10 Manejo de insectos asociados

Es recomendable que el manejo de insectos asociados al cultivo de higuera se apege a las normativas vigentes catálogo de plaguicidas, (Cofepris, 2016) y a las especificaciones de aplicación según el insecticida usado para su control (Castaños, 1996) (Cuadro 2). En el caso de la región de Francisco I. Madero, no se realizó control alguno de los insectos.

Cuadro 2.- Insectos asociados al cultivo de higuera, así como insecticida, formulación, dosis y método de aplicación para su control.

Insecto	Insecticida	Formulación	Dosis	Cuando aplicar
Gallina ciega (<i>Phyllophaga spp.</i>)	Diazinón Clorpirifós Fonofós	Gran. 14 Gran. 3 Gran. 5	10.0 – 12.0 kg/ha. 20.0 – 25.0 kg/ha. 20.0 kg/ha.	Cuando se registren 3 o más larvas por metro lineal.
Gusano trozador (<i>Agrostis ipsilon</i>)	Carbaril Diazinón Fonofós	Polv. 5 Gran.14 Gran. 5	25.0 kg/ha. 10.0 - 12.0 kg/ha. 20.0 kg/ha.	Cuando en promedio se observe 1 a 2 plantas trozadas por metro lineal.
Diabrotica (<i>Diabrotica balteata</i>)	Clorpirifós Diazinón Fonofós	Gran. 3 Gran.14 Gran. 5	20.0 – 25.0 kg/ha. 10.0 - 12.0 kg/ha. 20.0 kg/ha.	Cuando se registren de 2 a 3 adultos por metro lineal.
Chinche de encaje (<i>Corythuca gossypii</i>)	Malatión Metamidofós	CE 84 LM 50	1.0 lt/ha. 1.0 lt/ha.	Cuando se registren las primeras ninfas.
Chinche verde (<i>Nezara viridula</i>)	Malatión Dimetoato	CE 84 CE 38	1.0 lt/ha. 1.0 lt/ha.	Cuando se registre de 5 a 10 adultos por cada 100 redadas
Gusano peludo (<i>Estigmene acrea</i>)	Carbaril Cypermctrina Clorpirifós	Polv. 5 CE 20 Gran. 3	25.0 kg/ha. 1.0 lt/ha. 20.0 – 25.0 kg/ha.	Cuando se registren de 15 a 20 larvas, por cada 100 metros de surco.
Chapulín (<i>Sphenarium purpurascens</i>)	Carbaril Clorpirifós Malatión	Polv. 5 Gran. 3 CE 84	25.0 kg/ha. 20.0 – 25.0 kg/ha. 1.0 lt/ha.	Cuando se registren 5 ó más en 25 metros cuadrados.
Chicharritas (<i>Empoasca spp.</i>)	Carbaril Diazinón Dimetoato	Polv. 5 Gran.14 CE 38	25.0 kg/ha. 10.0 - 12.0 kg/ha. 1.0 lt/ha.	Cuando se registren más de 7 chicharritas por planta.

11 Enfermedades

11.1 Mancha de la hoja

Esta enfermedad es causada por el hongo (*Cercospora ricinella*), su síntoma principal son pequeñas manchas foliares de entre 1 a 4 mm de diámetro, de color castaño claro en el centro, con bordes morados y rodeadas de un pequeño halo clorótico (Figura 50). Esta enfermedad se presenta generalmente en las hojas viejas o hojas basales de la planta, las cuales se van tornando cloróticas (Cabral, 2014).

Para el manejo de esta enfermedad se recomienda, el establecimiento de plantas a distancias considerables para favorecer a la circulación del aire dentro de la plantación, para evitar una humedad alta. De igual forma se recomienda una poda de saneamiento para evitar que la enfermedad siga propagándose hacia la parte apical de la planta.

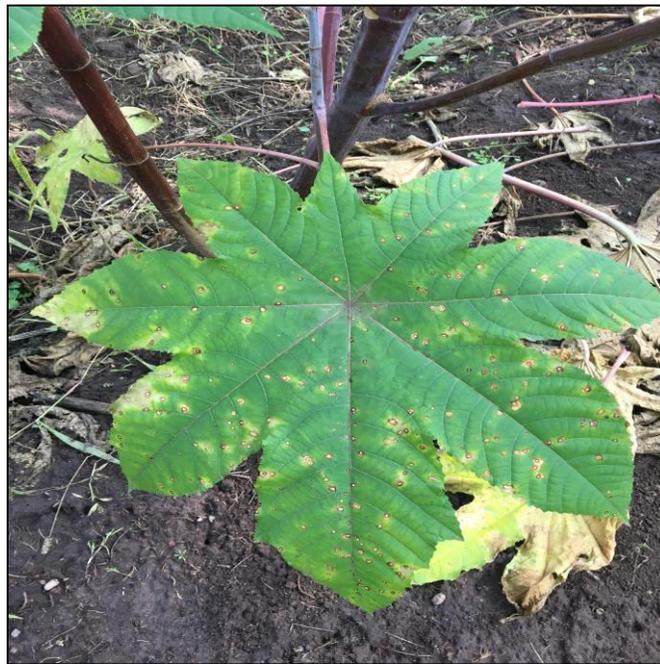


Figura 50. Hoja con manchas foliares.

11.2 Fusariosis

Esta enfermedad es causada por el hongo (*Fusarium oxysporum*), la infección se produce por el sistema radical y el hongo se desarrolla en xilema, su ataque se localiza de forma alternada dentro del cultivo, se puede encontrar en plántulas o plantas adultas. La planta sufre de marchitamiento escalonado si no se controla puede producir la muerte de la planta (Figura 51) (Cabrales, 2014).

Para el manejo de esta enfermedad se recomienda arrancar y sacar las plantas enfermas de la parcela para evitar su propagación, cuando el ataque es severo se recomienda un control químico.

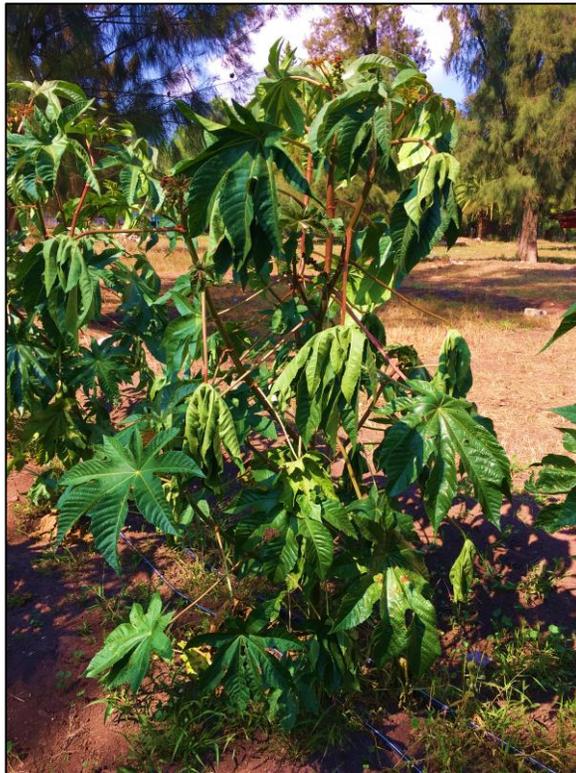


Figura 51. Planta con marchitamiento escalonado.

11.3 Botrytis

Esta enfermedad es causada por el hongo (*Botrytis ricini*), se manifiesta en flores y frutos. En las flores y cápsulas inicialmente aparecen pequeñas lesiones oscuras de aspecto húmedo que liberan un líquido amarillo (Cabral, 2014). Las lesiones aumentan y se cubren abundantemente de moho gris que va colonizando las flores y las capsulas (Figura 52). El hongo también puede infectar las semillas inmaduras, ocasionando avanamiento de las mismas.

Para el manejo de esta enfermedad se recomienda el uso de semillas sanas, podas de saneamiento eliminando y destruyendo las estructuras contaminadas y el establecimiento de plantas a distancias considerables para favorecer la circulación de aire dentro de la plantación.



Figura 52. Flores y frutos dañados por moho gris.

12 Cosecha

La cosecha se realiza manualmente cortando el racimo con ayuda de navaja o tijera. Un indicador de la madurez del racimo es la presencia de frutos secos, se recomienda que por lo menos un 85% de los frutos estén secos para poder cortar (Figura 53), de lo contrario, existe el riesgo de que la semilla no este madura, lo cual, afectaría el rendimiento. Para evitar la pérdida de semilla se optó por cubrir los racimos con una tela (Figura 54) que permita la entrada de sol y aire para el correcto secado.



Figura 53. Corte de racimo con un alto porcentaje de frutos secos.



Figura 54. Racimos cubiertos por tela para evitar la pérdida de semillas.

El inicio de la cosecha dependerá de la variedad sembrada. En la zona de Francisco I Madero, la (Figura 55), muestra que la variedad Guanajuato 05, presentó frutos secos a los 190 DDS. Las variedades GUANAJUATO OIL y criolla Ixmiquilpan mostraron frutos maduros a los 130 DDS. La criolla Tepatepec, fue una de las variedades tardías que presentó frutos maduros a los 200 DDS. En el caso de la Criolla pequeña presentó frutos secos a los 180 DDS.

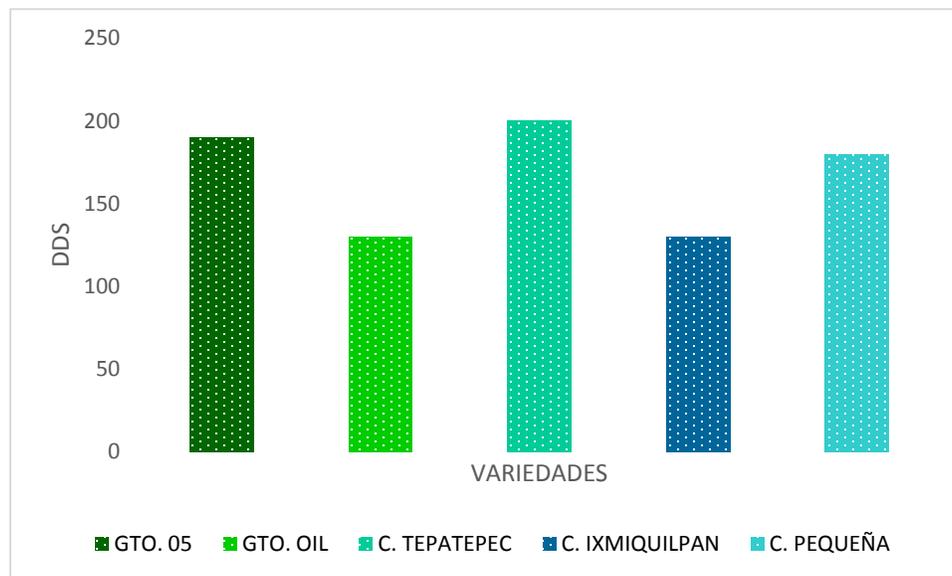


Figura 55. Días después de la siembra en los que ocurre la cosecha.

13 Manejo poscosecha

Secado. Una vez recolectados los racimos en campo, se ponen a secar en patios de cemento durante 12 a 16 horas, o se usan máquinas secadoras.

Desgrane y limpieza. Cuando la cosecha se realiza en forma mecanizada, la trilladora desgrana y limpia la semilla. Cuando la cosecha es manual, es necesario desgranar manualmente o con máquinas descascaradoras. Manualmente se realiza de la siguiente manera: se ponen las cápsulas que no abrieron en un costal y posteriormente se golpean contra el suelo (evitar pisos de cemento o baldosa) de manera que el golpe las abra, también pueden utilizarse varas o látigos para lograr la salida del grano de la cápsula. La limpieza de la semilla se realiza con el uso de ventiladores. (Réne Gómez M, 2014)

14 Rendimiento

El rendimiento en esta investigación se estima de 600 a 3000 kilogramos por hectárea en función de la variedad, su precocidad va de 1 a 3 cortes por año, en condiciones a temporal.

15 Literatura citada

- Avila, A. G. (1 de Enero de 2011). *Inifap*. Obtenido de <http://comalfi.com.co/data/documents/Libro-Higuerilla.pdf>
- Beltráo. (1 de Enero de 2012). *Unal*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.com>
- Cabrales, R. A. (1 de Enero de 2014). *Comalfi*. Obtenido de <http://comalfi.com.co/data/documents/Libro-Higuerilla.pdf>
- Castaños, C. M. (1996). Horticultura manejo simplificado.
- Cofepris. (2016). *Cofepri*. Obtenido de <http://www.gob.mx/cofepris>
- Conabio. (1 de Febrero de 2016). *Conabio*. Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/euphorbiaceae/ricinus-communis/fichas/ficha.htm>
- Delgado, M. (2012). *Lombricultura*. Obtenido de <http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/biblioteca/humus/CARAC%20Y%20VALOR%20FERTILIZANTE.pdf>
- Ecured. (2 de Enero de 2016). *Ecured*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Higuerilla_\(Planta\)](https://www.ecured.cu/Higuerilla_(Planta))
- Goytia Jimenez, G. G. (2015). *Paquete tecnologico para la produccion de higuerilla (Ricinus communis L.) en Valles Centrales de Oaxaca*. (Vol. 1). Oaxaca, Mexico: Codex.
- Quiminet. (10 de Enero de 2017). *Quiminet.com*. Obtenido de <http://www.quiminet.com>
- Réne Gómez M, R. G. (2014). Tecnologia de produccion de higuerilla en el Estado de Hidalgo. *Inifap*, 33.
- RUIZ CORRAL, M. G. (1 de Enero de 2013). *Inifap*. Obtenido de http://www.inifapcirpac.gob.mx/publicaciones_nuevas/Requerimientos%20Agroec%20de%20Cultivos%20da%20Edici%F3n.pdf
- Sagarpa. (2010). Estigmene acraea. *Sagarpa*.
- Severino. (2011). *Nuprec*. Obtenido de http://www.nuprec.com/Nuprec_Sp_archivos/Higuerilla

